

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Chang-yong SON et al.

Application No.: New

Group Art Unit: New

Filed: February 19, 2004

Examiner: New

For: BLOCK-CONSTRAINED TCQ METHOD, AND METHOD AND APPARATUS FOR  
QUANTIZING LSF PARAMETER EMPLOYING THE SAME IN SPEECH CODING  
SYSTEM

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith  
a certified copy of the following foreign application:

Korean Patent Application No(s). 2003-10484

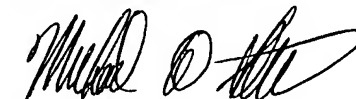
Filed: February 19, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing  
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the  
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

By:



Michael D. Stein  
Registration No. 37,240

Date: February 19, 2004  
1201 New York Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501



This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0010484  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 02월 19일  
Date of Application FEB 19, 2003

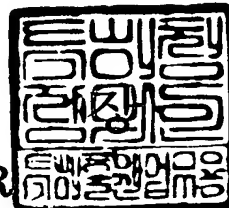
출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 03 월 07 일

특 허 청

COMMISSIONER





## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0019
【제출일자】	2003.02.19
【국제특허분류】	H03M
【발명의 명칭】	블럭제한된 트렐리스 부호화 양자화방법과 음성부호화 시스템에있어서 이를 채용한 라인스펙트럼주파수 계수 양자화 방법 및 장치
【발명의 영문명칭】	Block-constrained TCQ method and method and apparatus for quantizing LSF parameter employing the same in speech coding system
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-003436-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	손창용
【성명의 영문표기】	SON, Chang Yong
【주민등록번호】	710522-1058411
【우편번호】	152-101
【주소】	서울특별시 구로구 오류1동 31-254번지
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	강상원
【성명의 영문표기】	KANG, Sang Won
【주민등록번호】	580320-1671318

【우편번호】	431-080
【주소】	경기도 안양시 동안구 호계동 1054-6 목련두산아파트 606동 803호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	신용원
【성명의 영문표기】	SHIN, Yong Won
【주민등록번호】	740404-1684316
【우편번호】	702-081
【주소】	대구광역시 북구 노원동1가 399번지 20통 4반
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	피셔 알 토마스
【성명의 영문표기】	FISCHER, R. Thomas
【주소】	미국 , 워싱턴주 98159-1230, 시애틀, 워싱턴 주립대학교
【국적】	US
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	31 면 31,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	15 항 589,000 원
【합계】	649,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

**【요약서】****【요약】**

블럭제한된 트렐리스 부호화 양자화방법 및 음성 부호화시스템에 있어서 이를 채용한 라인스펙트럼주파수 계수 양자화방법 및 장치가 개시된다. 라인스펙트럼주파수 계수 양자화방법은 (a) 입력되는 LSF 계수 벡터로부터 LSF 계수벡터의 DC 성분을 제거하는 단계, (b) (a) 단계에 의해 DC 성분이 제거된 LSF 계수벡터에 대하여 프레임간 및 프레임내 예측을 수행하여 제1 예측에러벡터를 생성하고, 제1 예측에러벡터를 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 및 프레임간 예측보상을 수행하여 양자화된 제1 LSF 계수벡터를 생성하는 단계, (c) (a) 단계에 의해 DC 성분이 제거된 LSF 계수벡터에 대하여 프레임내 예측을 수행하여 제2 예측에러벡터를 생성하고, 제2 예측에러벡터를 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 예측보상을 수행하여 양자화된 제2 LSF 계수벡터를 생성하는 단계, 및 (d) (b) 및 (c) 단계에 의해 생성된 양자화된 제1 및 제2 LSF 계수벡터중 입력 LSF 계수벡터와의 유클리디안 거리가 적은 벡터를 선택적으로 출력하는 단계를 포함한다.

**【대표도】**

도 6

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

블럭제한된 트렐리스 부호화 양자화방법과 음성부호화 시스템에 있어서 이를 채용한 라인스펙트럼주파수 계수 양자화방법 및 장치 {Block-constrained TCQ method and method and apparatus for quantizing LSF parameter employing the same in speech coding system}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1a 및 도 1b는 3GPP에서 제안한 AMR 광대역 및 협대역 음성 부호화기에 적용된 양자화기를 나타낸 블록도,

도 2는 TCQ 구조 및 출력 레벨을 나타낸 도면,

도 3은 TCQ에서의 트렐리스 경로 정보의 구성을 나타낸 도면,

도 4는 TB-TCQ에서의 트렐리스 경로 정보의 구성을 나타낸 도면,

도 5는 4-스테이트 트렐리스 구조에서 TB-TCQ 알고리즘 이용시 초기 스테이트에 따른 싱글 비터비 엔코딩 과정에서 고려해야 할 트렐리스 경로를 나타낸 도면,

도 6은 음성 부호화시스템에 있어서 본 발명의 일실시예에 따른 LSF 계수 양자화 장치의 구성을 나타낸 블록도,

도 7은 4-스테이트 트렐리스 구조에서 BC-TCQ 알고리즘 이용시 제한된 초기 스테이트에 따른 싱글 비터비 엔코딩 과정에서 고려해야 할 트렐리스 경로를 나타낸 도면,

도 8은 도 6에 있어서 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부에서의 비터비 인코딩 과정을 도식화한 도면,

도 9는 도 6에 있어서 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화부의 비터비 인코딩 과정을 도식화한 도면,

도 10a 내지 도 10c는 도 6에 있어서 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부의 BC-TCQ 인코딩과정을 설명하는 흐름도,

도 11a 내지 도 11c는 도 6에 있어서 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화부의 BC-TCQ 인코딩과정을 설명하는 흐름도, 및

도 12는 음성 부호화시스템에 있어서 본 발명에 따른 라인스펙트럼주파수 계수 양자화방법을 설명하는 흐름도이다.

#### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<13> 본 발명은 음성 부호화시스템에 관한 것으로서, 특히 BC-TCQ(Block Constrained-TCQ)를 이용하여 라인스펙트럼주파수(line spectral frequency : LSF) 계수를 양자화하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

<14> 음성 부호화시스템에 있어서 고음질의 음성 부호화를 위해서는 음성신호의 단구간 상관도를 나타내는 선형예측코딩(Linear Predictive Coding : LPC) 계수를 효율적으로 양자화하는 것이 매우 중요하다. LPC 필터에서 최적의 선형예측코딩 계수값은, 입력 음성신호를 프레임 단위로 나누고 각 프레임별로 예측 오차의 에너

지를 최소화시키는 형태로 구한다. 3GPP에서 IMT-2000 시스템용 광대역 음성부호화기로 표준화한 AMR-WB(Adaptive Multi-Rate\_WideBand) 음성 부호화기의 LPC 필터는 16차 all-pole 필터이며, 이때 사용되는 16개 LPC 계수들의 양자화를 위하여 많은 비트가 할당된다. 예를 들어, CDMA 이동통신시스템에 사용되는 음성부호화방식인 IS-96A QCELP(Qualcomm Code Excited Linear Prediction)는 전체 비트의 25%를 LPC 양자화에 사용하고 있으며, Nokia사의 AMR-WB 음성 부호화기는 총 9개의 모드 중에서 전체 비트의 최고 27.3%에서 최저 9.6%를 LPC 양자화에 사용하고 있다.

<15> 지금까지 LPC 계수들의 효율적인 양자화를 위한 많은 방법이 개발되었고, 실제로 음성압축기에 사용되고 있다. 이러한 방법들 중 LPC 필터의 계수를 직접 양자화하는 방법은, 필터의 특성이 LPC 계수의 양자화 오차에 매우 민감하고, 양자화 후의 LPC 필터의 안정성이 보장되지 않는 문제점이 있었다. 따라서, LPC 계수를 양자화 특성이 좋은 다른 파라미터로 변환하여 양자화하여야 하며, 주로 반사 계수(reflection coefficient) 또는 LSF로 변환하여 양자화한다. 특히, LSF 값은 음성의 주파수 특성과 밀접하게 연관되는 성질이 있어 최근에 개발된 표준 음성 압축기들은 대부분 LSF 양자화방법을 사용한다.

<16> 또한, LSF 계수의 프레임간 상관관계를 이용하면 보다 효율적인 양자화를 실현할 수 있다. 즉, 현재 프레임의 LSF를 직접 양자화하지 않고 과거 프레임의 LSF정보로부터 현재 프레임의 LSF를 예측하고, 예측된 두 프레임간의 오차를 양자화하는 것이다. 이 LSF 값은 음성신호의 주파수특성과 밀접한 관계가 있기 때문에 시간적으로 예측이 가능할 뿐 아니라 상당히 큰 예측이득을 얻을 수 있다.



<17> LSF 값 예측방법으로는 AR(auto-regressive) 필터를 사용하는 방법과 MA(moving average) 필터를 사용하는 방법이 있다. AR 필터는 예측성능이 우수한 반면, 수신측에서 계수 전달오류의 영향이 프레임의 진행에 따라 계속 전파되는 단점이 있다. MA 필터는 AR 필터에 비하여 예측성능은 떨어지지만 전달오류의 영향이 시간적으로 제한되는 장점이 있다. 따라서, 무선통신과 같이 전달오류가 많이 발생하는 환경에 사용되는 AMR, AMR-WB, SMV 등과 같은 음성 압축기에는 MA 필터를 이용한 LSF 값 예측방법이 이용되고 있다. 또한, 프레임간 LSF 값 예측 이외에 프레임내에서 이웃한 LSF 요소값들 사이의 상관도를 이용한 예측방법도 개발되었다. LSF 값들은 항상 순서성질을 만족하므로 이 방법을 이용하면 양자화의 효율을 더욱 증대시킬 수 있다.

<18> LSF 계수의 예측 에러값에 대한 양자화방법은 스칼라 양자화와 벡터 양자화로 나눌 수 있다. 현재, 성능에 비하여 많은 비트들을 사용하는 스칼라 양자화방법보다 벡터 양자화방법을 널리 사용하고 있다. 벡터 양자화방법에서 전체 벡터를 한꺼번에 양자화하는 것은 벡터 테이블의 크기가 너무 커지고 검색 시간이 많이 소요되므로 불가능하다. 이를 해결하기 위하여 전체 벡터를 여러 개의 부벡터로 나누어 각각을 독립적으로 벡터 양자화하는 방법이 개발되었는데, 이를 분할 벡터양자화(Split Vector Quantization : SVQ) 방법이라고 한다. 예를 들어, 20 비트를 이용한 10차 벡터양자화에서 한번에 양자화할 경우 벡터 테이블의 크기가  $10 \times 2^{20}$  이 되지만, 2개의 5차 부벡터로 나누어 각각 10 비트씩 할당하는 격자 벡터양자화 방법을 이용하면 벡터 테이블의 크기가 단지  $5 \times 2^{10} \times 2$ 로 된다.

<19> 도 1a는 AMR 광대역 음성 부호화기에 사용되는 LSF 양자화기로서, 멀티스테이지 분할벡터양자화(S-MSVQ) 구조로 이루어지며, 도 1b는 AMR 협대역 음성 부호화기에 사용되

는 LSF 양자화기로서, SVQ 구조로 이루어진다. 상기와 같은 S-MSVQ 구조의 LSF 양자화기는 완전탐색(full search) 벡터양자화기와 비교해 볼 때 46 비트가 할당된 LSF 계수 양자화에 적은 메모리와 코드북 탐색 계산량을 가지나, 메모리와 코드북 탐색에 의한 복잡성으로 인한 많은 계산량을 요구하는 문제점이 여전히 존재하게 된다. 또한, SVQ 방식에서 보다 많은 부벡터로 나누면 벡터 테이블의 크기가 줄어들어 메모리를 절약할 수 있고 검색 시간을 줄일 수 있는 장점이 있으나, 벡터 값들간의 상관 관계를 충분히 활용하지 못하여 성능이 떨어지는 단점이 있다. 극단적으로, 10차 벡터 양자화는 10개의 1차 벡터로 나누면 스칼라 양자화가 된다. 만약, SVQ 방법을 이용하고 20 msec 프레임 사이의 LSF 예측없이 LSF를 직접 양자화할 경우 24비트가 필요한 양자화 성능을 얻을 수 있다. 그러나, SVQ 방법은 각 부벡터를 독립적으로 양자화하기 때문에 부벡터들 사이의 상관 관계를 충분히 이용하지 못하고 전체 벡터에 대한 최적화를 하지 못하는 단점이 있다.

<20> 이 외에도 벡터양자화를 여러 단계로 나누어 하는 방법, 두 개의 테이블을 이용하여 선택적으로 양자화하는 선택적 벡터양자화 방법, 각 부벡터의 경계값을 보고 사용할 테이블을 선택하는 링크분할 벡터양자화 방법 등이 개발되어 있다. 이와 같이 벡터 양자화기의 메모리 요구량과 전체 계산량에 대한 문제점을 해결하면서 투명한 (transparent) 음질을 제공하는 LPC 계수 양자화기의 개발이 활발히 진행되어 왔다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<21> 따라서 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 음성 부호화시스템에 있어서 입력 신호 및 계수의 양자화시 요구되는 메모리 사이즈와 코드북 탐색과정에서의 계산량 및

복잡도를 대폭 감소시키면 우수한 SNR(Signal to Noise Ratio) 성능을 갖는 블럭제한된 트렐리스 부호화 양자화방법을 제공하는데 있다.

<22> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 상기 블럭제한된 트렐리스 부호화 양자화방법을 적용하여 라인스펙트럼주파수 계수를 양자화하기 위한 방법 및 장치를 제공하는데 있다.

<23> 상기 다른 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명에 따른 블럭제한된 트렐리스 부호화 양자화방법은 (a) 전체  $N(=2^v)$ , 여기서  $v$  는 샘플당 할당비트수)개의 스테이트를 갖는 트렐리스 구조에서 선택가능한 트렐리스 경로의 초기 스테이트를 전체  $N$ 개의 스테이트 중  $2^k$ (여기서,  $0 \leq k \leq v$ ) 개로 제약하고, 마지막 스테이지의 스테이트를 트렐리스 경로의 초기 스테이트에 따라 전체  $N$ 개의 스테이트 중  $2^{v-k}$  개로 제약하는 단계; (b) 첫번째 스테이지부터  $L - \log_2 N$ (여기서,  $L$ 은 전체 스테이지수,  $N$ 은 전체 트렐리스 스테이트수) 스테이지까지, 상기 (a) 단계에 의한 초기 스테이트 제약조건 하에서 결정된  $N$ 개의 생존경로들의 초기 스테이트를 참고한 후, 나머지  $v$  스테이지에서는 상기 (a) 단계에 의한 마지막 스테이지의 스테이트 제약조건 하에서 각 초기 스테이트에 따라 결정된  $2^{v-k}$ 개의 스테이트 중 하나를 마지막 스테이지의 스테이트가 선택되도록 하는 트렐리스 경로들을 고려하는 단계; 및 (c) 상기 (b) 단계에 의해 고려된 트렐리스 경로들 중 최적의 트렐리스 경로를 구하여 전송하는 단계를 포함한다.

<24> 상기 다른 기술적 과제를 달성하기 위하여 음성 부호화시스템에 있어서 본 발명에 따른 라인스펙트럼주파수 계수 양자화방법은 (a) 입력되는 LSF 계수 벡터로부터 LSF 계수벡터의 DC 성분을 제거하는 단계; (b) 상기 (a) 단계에 의해 DC 성분이 제거된 LSF 계수벡터에 대하여 프레임간 및 프레임내 예측을 수행하여 제1 예측에러벡터를 생성하고

, 상기 제1 예측에러백터를 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 및 프레임간 예측보상을 수행하여 양자화된 제1 LSF 계수백터를 생성하는 단계; (c) 상기 (a) 단계에 의해 DC 성분이 제거된 LSF 계수백터에 대하여 프레임내 예측을 수행하여 제2 예측에러백터를 생성하고, 상기 제2 예측에러백터를 상기 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 예측보상을 수행하여 양자화된 제2 LSF 계수백터를 생성하는 단계; 및 (d) 상기 (b) 및 (c) 단계에 의해 생성된 양자화된 제1 및 제2 LSF 계수백터 중 상기 입력 LSF 계수백터와의 유클리디안 거리가 적은 백터를 선택적으로 출력하는 단계를 포함한다.

<25>       상기 다른 기술적 과제를 달성하기 위하여 음성 부호화시스템에 있어서 본 발명에 따른 라인스펙트럼주파수 계수 양자화장치는 입력되는 LSF 계수 백터로부터 LSF 계수백터의 DC 성분을 감산하여 DC 성분이 제거된 LSF 계수 백터를 제공하는 제1 감산기; 상기 제1 감산기로부터 제공되는 DC 성분이 제거된 LSF 계수백터에 대하여 프레임간 및 프레임내 예측을 수행하여 제1 예측에러백터를 생성하고, 상기 제1 예측에러백터를 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 및 프레임간 예측보상을 수행하여 양자화된 제1 LSF 계수백터를 생성하는 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화부; 상기 제1 감산기로부터 제공되는 DC 성분이 제거된 LSF 계수백터에 대하여 프레임내 예측을 수행하여 제2 예측에러백터를 생성하고, 상기 제2 예측에러백터를 상기 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 예측보상을 수행하여 양자화된 제2 LSF 계수백터를 생성하는 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부; 및 상기 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화부 및 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화부로부터 제공되는 양자화된 제1 및 제2 LSF 계수

벡터중 상기 입력 LSF 계수벡터와의 유클리디안 거리가 적은 벡터를 선택적으로 출력하는 스위칭부를 포함한다.

### 【발명의 구성 및 작용】

- <26> 이하, 본 발명의 실시예에 대하여 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.
- <27> 본 발명에 대한 세부적인 설명에 앞서, 본 발명에 적용되는 트렐리스 부호화 양자화 알고리즘(Trellis Coded Quantization, 이하 TCQ라 약함) 방식에 대하여 설명하면 다음과 같다.
- <28> 일반적인 벡터 양자화기가 많은 메모리량과 계산량을 요구하는 반면, TCQ 방식은 적은 메모리 사이즈와 계산량을 특징으로 한다. TCQ 방식의 가장 중요한 특징은 신호집합 확장개념이 도입된 구조화된 코드북을 이용하여 대상신호를 양자화하는 것이다. Ungerboeck의 집합분할(set partition) 개념을 이용함으로써 트렐리스 부호화 양자화기는 확장된 양자화 레벨을 축소시켜 원하는 비트전송률로 대상신호를 부호화하여 전송하게 된다. 그리고, 트렐리스 부호화 양자화기는 비터비 알고리즘을 이용하여 대상신호를 인코딩한다. 샘플당 R 비트의 전송률로서 인코딩시 출력신호는  $2^{R+1}$  중에서 선택된다.
- <29> 도 2는 샘플당 2 비트 할당시 균일한(uniform) 분포를 갖는 입력신호에 대한 출력신호와 트렐리스 구조를 나타낸다. 8개의 출력신호는 D0, D1, D2, D3의 부코드북에 도 2와 같이 교차하여 분배된다. 양자화 대상 벡터 x 가 주어졌을 때, 왜곡(

$d(x, \hat{x})$ 을 최소로 하는 출력신호( $\hat{x}$ )는 비터비 알고리즘을 이용하여 결정되며, 비터비 알고리즘에 의하여 결정된 출력신호( $\hat{x}$ )는 해당 트렐리스 경로를 나타내는 1 비트의 정보와, 해당 트렐리스 경로에 할당된 부코드북 내에서 결정된 코드워드를 나타내기 위한  $R-1$  비트의 정보로서 표현된다. 이 비트정보들은 채널을 통하여 수신단으로 전송되며, 전송된 비트정보들로부터 복호화 과정은 다음과 같다. 트렐리스 경로정보를 나타내는 비트는 길쌈 부호화기(convolution coder)의 입력신호로 사용되며, 입력신호에 대한 길쌈 부호화기의 출력신호는 부코드북 정보를 나타낸다. 트렐리스 경로정보는 각 스테이지에서의 경로정보와 초기 스테이트 정보를 필요로 한다. 초기 스테이트 정보를 표현하기 위해 필요한 추가 비트는 트렐리스 구조가  $N$  스테이트로 구성되어 있을 때,  $\log_2 N$  비트로 나타낼 수 있다.

<30> 도 3은 4-스테이트 트렐리스 구조에서 TCQ 방식으로 결정된 트렐리스 경로(굵은 점선) 정보를 전달하기 위해 전체  $L$  스테이지에 할당된 경로정보  $L$  비트 외에, 초기 스테이트 정보 '01'을 추가적으로 전송하여야 하는 TCQ의 단점을 보여준다. 따라서, TCQ 방식으로 블록 단위로 분석되는 데이터를 양자화하는 경우, 블록당 전체 전송 비트 중  $\log_2 N$  비트를 제외한 나머지 가용 비트로서 대상 신호를 부호화하여야 함으로써 성능 감쇄의 원인이 된다. 이런 단점을 해결하고자 Nikneshan과 Kandani가 TB(Tail-Biting)-TCQ 알고리즘을 제시하였다. 이들이 제시한 알고리즘은 길쌈부호기에 사용되었던 방식으로 트렐리스 경로의 시작 스테이트와 마지막 스테이트의 선택에 있어 제한 조건을 두는 것이다.

<31> 도 4는 Nikneshan과 Kandani가 제안한 TB-TCQ 방식으로 양자화하여 선택된 트렐리스 경로(굵은 점선)를 나타낸다. 마지막  $\log_2 N$  스테이지에서의 경로 변환 정보의 전송을 필요로 하지 않기 때문에 TCQ와는 달리 전체 L 비트로서 트렐리스 경로정보를 전송할 수 있으며, 추가적인 비트는 요구하지 않는다. 즉, Nikneshan과 Kandani가 제시한 Tail-Biting 알고리즘은 기존의 TCQ가 지닌 단점을 극복할 수 있으나, 양자화 복잡도가 TCQ에서 필요로 하는 싱글 비터비 부호화(single viterbi encoding) 과정을 전체 트렐리스 스테이트 수 만큼 실행하여야 하므로, 전체적으로 TCQ에 비해 스테이트 배수 만큼의 복잡도를 요구하게 된다. 예를 들면, 도 5는 4-스테이트 트렐리스 구조에서 Nikneshan과 Kandani가 제시한 Tail-Biting 알고리즘을 사용하여 최적의 트렐리스 경로를 찾기 위해 전체 4번의 싱글 비터비 부호화의 각 과정에서 선택 가능한 트렐리스 경로(굵은 실선)를 나타낸다.

<32> 도 6은 음성 부호화시스템에 있어서 본 발명의 일실시예에 따른 LSF 양자화장치의 구성을 나타낸 블록도로서, 제1 감산기(610), 메모리 기반 트렐리스 부호화 양자화부(620), 메모리 기반 부호화 양자화부(620)와 병렬로 연결된 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부(630) 및 스위칭부(640)로 이루어진다. 여기서, 메모리 기반 트렐리스 부호화 양자화부(620)는 제1 및 제2 예측기(621,624), 제2 및 제3 감산기(622,625), 제1 내지 제4 가산기(623,627,628,629), 및 제1 블록제한된 트렐리스 부호화 양자화기(Block-Constrained Trellis Coded Quantization, 이하 BC-TCQ라 약함)(626)로 이루어진다. 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부(630)는 제5 내지 제7 가산기(631,635,636), 제4 감산기(633), 제3 예측기(633), 및 제2 BC-TCQ(634)로 이루어진다.

- <33> 도 6을 참조하면, 제1 감산기(610)는 입력되는 LSF 계수 벡터( $f(n)$ )로부터 LSF 계수 벡터의 DC 성분( $f_{dc}(n)$ )을 감산하여 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( $x(n)$ )를 메모리 기반 트렐리스 부호화 양자화부(620) 및 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부(630)로 동시에 공급한다.
- <34> 메모리 기반 트렐리스 부호화 양자화부(620)는 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( $x(n)$ )를 입력받아 프레임간 및 프레임내 예측을 수행하여 예측에러벡터( $e(n)$ )를 생성하고, 예측에러벡터( $e(n)$ )를 후술할 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 및 프레임간 예측보상을 수행하여 양자화 및 예측보상된 LSF 계수 벡터( $\hat{x}(n)$ )를 생성하고, 양자화 및 예측보상된 LSF 계수 벡터( $\hat{x}(n)$ )와 LSF 계수 벡터의 DC 성분( $f_{dc}(n)$ )을 가산하여 얻어지는 최종 양자화된 LSF 계수 벡터( $\hat{f}_1(n)$ )를 스위칭부(640)로 공급한다.
- <35> 이를 위하여, 제1 예측기(621)는 MA 예측, 예를 들면 4차 MA 예측 알고리즘이 적용되며, 양자화 및 프레임내 예측보상된 이전 프레임( $n-i$ , 여기서  $i$ 는 1~4)들의 예측에러 벡터들로부터 얻어지는 예측값을 발생시킨다. 제2 감산기(622)는 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( $x(n)$ )로부터 제1 예측기(621)에서 제공되는 예측값을 감산하여 현재 프레임( $n$ )의 예측에러 벡터( $e(n)$ )를 구한다.
- <36> 제2 예측기(624)는 AR 예측, 예를 들면 1차 AR 예측 알고리즘이 적용되며,  $i$ 차 요소값의 예측인자( $P_i$ )와 제1 BC-TCQ(626)에 의해 양자화된 다음 제1 가산기(623)에 의해 프레임내 예측보상이 수행된 ( $i-1$ )차 요소값( $\hat{e}_{i-1}(n)$ )의 곱으로부터 얻어지는 예측값을 발생시킨다. 제3 감산기(625)는 제2 감산기(622)로부터 제공되는 현재 프레임( $n$ )의 예



측에러벡터( $\underline{e}(n)$ )내  $i$ 차 요소값( $e_i(n)$ )으로부터 제2 예측기(624)에서 제공되는 예측값을 감산하여  $i$ 차 요소값의 예측에러벡터( $\epsilon_i(n)$ )를 구한다.

<37> 제1 BC-TCQ(626)는 제2 감산기(625)에서 제공되는  $i$ 차 요소값의 예측에러벡터( $\epsilon_i(n)$ )를 BC-TCQ 알고리즘에 의해 양자화를 수행하여  $i$ 차 요소값의 양자화된 예측에러벡터( $\hat{\epsilon}_i(n)$ )를 구한다. 제2 가산기(627)는 제1 BC-TCQ(626)에서 제공되는  $i$ 차 요소값의 양자화된 예측에러벡터( $\hat{\epsilon}_i(n)$ )에 제2 예측기(624)의 예측값을 가산함으로써,  $i$ 차 요소값의 양자화된 예측에러벡터( $\hat{\epsilon}_i(n)$ )에 대하여 프레임내 예측보상을 수행하여 양자화된 프레임간 예측에러벡터의  $i$ 차 요소값( $\hat{e}_i(n)$ )을 구한다. 각 차수의 요소값들은 현재 프레임의 양자화된 예측에러벡터( $\hat{\underline{e}}(n)$ )를 구성한다.

<38> 제3 가산기(628)는 제2 가산기(627)에서 제공되는 현재 프레임의 양자화된 프레임간 예측에러벡터( $\hat{\underline{e}}(n)$ )에 제1 예측기(621)의 예측값을 가산함으로써, 즉 현재 프레임의 양자화된 예측에러벡터( $\hat{\underline{e}}(n)$ )에 대하여 프레임간 예측보상을 수행함으로써 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{\underline{x}}(n)$ )를 구한다. 제4 가산기(629)는 제3 가산기(628)에서 제공되는 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{\underline{x}}(n)$ )에 LSF 계수벡터의 DC 성분( $f_{DC}(n)$ )을 가산하여 최종 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{\underline{f}}_1(n)$ )을 구한다. 최종 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{\underline{f}}_1(n)$ )는 스위칭부(640)의 일측 단자로 인가된다.

<39> 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부(630)는 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( $\underline{x}(n)$ )를 입력받아 프레임내 예측을 수행하여 예측에러벡터( $\epsilon_i(n)$ )를 생성하고, 예측에러벡터( $\epsilon_i(n)$ )를

$r_i(n)$ )를 후술할 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 예측보상을 수행하여 양자화 및 예측보상된 LSF 계수벡터( $\hat{x}(n)$ )를 생성하고, 양자화 및 예측보상된 LSF 계수벡터( $\hat{x}(n)$ )와 LSF 계수벡터의 DC 성분( $f_{dc}(n)$ )을 가산하여 얻어지는 최종 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}_2(n)$ )를 스위칭부(640)로 공급한다.

<40> 이를 위하여, 제3 예측기(632)는 AR 예측, 예를 들면 1차 AR 예측 알고리즘이 적용되며,  $i$ 차 요소값의 예측인자( $P_i$ )와 제2 BC-TCQ(634)에 의해 양자화된 다음 제5 가산기(631)에 의해 프레임내 예측보상이 수행된  $(i-1)$ 차 요소값의 프레임내 예측에러벡터( $\hat{x}_{i-1}(n)$ )의 곱으로부터 얻어지는 예측값을 발생시킨다. 제4 감산기(633)는 제1 감산기(610)로부터 제공되는 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( $x(n)$ )의  $i$ 차 요소값( $x_i(n)$ )으로부터 제3 예측기(632)에서 제공되는 예측값을 감산하여  $i$ 차 요소값의 예측에러벡터( $r_i(n)$ )를 구한다.

<41> 제2 BC-TCQ(634)는 제4 감산기(633)에서 제공되는  $i$ 차 요소값의 예측에러벡터( $r_i(n)$ )를 BC-TCQ 알고리즘에 의해 양자화를 수행하여 양자화된 예측에러벡터의  $i$ 차 요소값( $\hat{r}_i(n)$ )을 구한다. 제6 가산기(635)는 제2 BC-TCQ(634)에서 제공되는 양자화된 예측에러벡터의  $i$ 차 요소값( $\hat{r}_i(n)$ )에 제3 예측기(632)의 예측값을 가산함으로써, 즉 양자화된 예측에러벡터의  $i$ 차 요소값( $\hat{r}_i(n)$ )에 대하여 프레임내 예측보상을 수행함으로써 양자화 및 예측보상된  $i$ 차 요소값의 LSF 계수벡터( $\hat{x}_i(n)$ )를 구한다. 각 차수의 요소값의 LSF 계수벡터는 현재 프레임의 양자화된 예측에러벡터( $\hat{x}(n)$ )를 구성한다. 제7 가산기(636)는 제6 가산기(635)에서 제공되는 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}_i(n)$ )에 LSF

계수벡터의 DC 성분( $f_{DC}(n)$ )을 가산하여 최종 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{f}_2(n)$ )을 구한다.  
 최종 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{f}_2(n)$ )는 스위칭부(640)의 다른 일측 단자로 인가된다.

<42> 스위칭부(640)는 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화부(620)와 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부(630)에서 각각 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{f}_1(n)$ ,  $\hat{f}_2(n)$ ) 중에서 입력 LSF 계수 벡터( $f(n)$ )와의 유클리디안 거리가 적은 양자화된 LSF 계수벡터를 선택하여 출력한다.

<43> 본 실시예에서는 제4 가산기(629)와 제7 가산기(636)가 각각 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화부(620)와 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부(630) 내에 구비되어 있으나, 다른 실시예로는 제4 가산기(629)와 제7 가산기(636)를 제거하는 대신, 스위칭부(640)의 출력단에 하나의 가산기를 부가하여 스위칭부(640)에서 선택적으로 출력되는 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}(n)$ )에 LSF 계수벡터의 DC 성분( $f_{DC}(n)$ )을 가산하도록 구현할 수 있다.

<44> 다음, 본 발명에 적용되는 BC-TCQ 알고리즘에 대하여 설명하기로 한다.

<45> BC-TCQ 알고리즘은 1/2 레이트 길쌈부호기 및 피드백이 없는 인코더 구조를 기반으로 하는  $N(=2^v)$ , 여기서  $v$  는 샘플당 할당비트수) 스테이트 트렐리스 구조를 이용한 것이다. BC-TCQ 알고리즘을 위한 전제 조건으로서, 선택가능한 트렐리스 경로의 초기 스테이트를 전체  $N$ 개의 스테이트 중  $2^k(0 \leq k \leq v)$ 개로 제약하고, 마지막 스테이지의 스테이트도 트렐리스 경로의 초기 스테이트에 따라 전체  $N$ 개의 스테이트 중  $2^{v-k}(0 \leq k \leq v)$ 개로 제약한다.

<46> 이와 같은 BC-TCQ 알고리즘을 적용하여 싱글 비터비 부호화를 수행하는 과정은, 첫 번째 스테이지부터  $L - \log_2 N$  (여기서  $L$ 은 전체 스테이지수,  $N$ 은 전체 트렐리스 스테이트수) 스테이지까지, 초기 스테이트 제약조건 하에서 결정된  $N$ 개의 생존경로들의 초기 스테이트를 참고한 후, 나머지  $v$  스테이지에서는 각 초기 스테이트에 따라 결정된  $2^{v-k}$  ( $0 \leq k \leq v$ )개의 스테이트들 중 하나를 마지막 스테이지의 스테이트가 선택되도록 하는 트렐리스 경로들만을 고려한다. 고려된 트렐리스 경로 중 최적의 트렐리스 경로를 구하여 전송하게 된다.

<47> 도 7은 전체 4-스테이트 트렐리스 구조에서  $k$ 가 1인 BC-TCQ 알고리즘을 적용하는 경우 고려되는 트렐리스 경로를 나타낸 것으로서, 선택가능한 트렐리스 경로의 초기 스테이트는 4개 스테이트 중 '00' 혹은 '10'이며, 마지막 스테이지의 스테이트는 초기 스테이트가 '00'인 경우 '00' 혹은 '01', 초기 스테이트가 '10'인 경우 '10' 혹은 '11'로 제약을 둔 예이다. 도 7을 참조하면,  $L - \log_2 4$  스테이지에서 스테이트 '00'까지 결정된 생존경로(굵은 점선)의 초기 스테이트가 '00'이므로 나머지 스테이지에서 선택가능한 트렐리스 경로들은 마지막 스테이지의 스테이트가 '00'과 '01'이 되는 굵은 실-점선으로 표시된다.

<48> 다음, 메모리 기반 트렐리스 부호화 양자화부(620)에 있어서 도 7에서와 같이 선택된 트렐리스 경로들 하에서 동작하는 BC-TCQ 인코딩과정을 도 8 및 도 10a 내지 10c를 참조하여 설명하기로 한다.

<49> 먼저, 도 8의  $j$ 번째 스테이지에서의 비터비 인코딩과정을 살펴보면,  $j$ 번째 스테이지의  $p$  스테이트와 관련된 양자화 대상신호가 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부(630)에서의 BC-TCQ 인코딩과정에서의  $x_j^j$ 와는 달리,  $e' = x_j^j - \mu_j^j \cdot \hat{x}_{j'}^{j-1}$  과  $e'' = x_j^j - \mu_j^j \cdot \hat{x}_{j''}^{j-1}$  로서,

이전 스테이지의 스테이트에 따라 달라진다. 이를 도 10a 내지 도 10c를 통해 살펴보면, 101 단계에서는 0 스테이지의 p 스테이트에서의 전체 거리( $\rho_p^0$ )에 대한 초기화가 수행되고, 102 및 103 단계에서는 첫번째 스테이지부터  $L - \log_2 N$ (여기서 L은 전체 스테이지 수, N은 전체 트렐리스 스테이트수) 스테이지까지 N개의 생존경로를 결정한다. 즉, 102a 단계에서는 첫번째 스테이지부터  $L - \log_2 N$  스테이지의 N개의 스테이트에 대하여 102a-1 단계로 구해지는 양자화 대상신호에 대하여 양자화 왜곡( $d_{i',p}$ ,  $d_{i'',p}$ )을 해당 부코드북을 이용하여 다음 수학식 1 및 수학식 2에서와 같이 구하여 거리 메트릭( $d_{i',p}$ ,  $d_{i'',p}$ )에 저장한다(102a-2 단계).

<50> **【수학식 1】**  $d_{i',p} = \min(d(e', y_{i',p}) \mid y_{i',p} \in D_{i',p}^j)$

<51> **【수학식 2】**  $d_{i'',p} = \min(d(e'', y_{i'',p}) \mid y_{i'',p} \in D_{i'',p}^j)$

<52> 상기 수학식 1 및 수학식 2에 있어서,  $D_{i',p}^j$ 는 j번째 스테이지의 p 스테이트와 (j-1)번째 스테이지의 i' 스테이트 사이의 브랜치에 할당된 부코드북을,  $D_{i'',p}^j$ 는 j번째 스테이지의 p 스테이트와 (j-1)번째 스테이지의 i'' 스테이트 사이의 브랜치에 할당된 부코드북을 각각 나타낸다. 여기서  $y_{i',p}$ 와  $y_{i'',p}$ 는 각각 부코드북  $D_{i',p}^j$ 와  $D_{i'',p}^j$  내의 코드벡터를 나타낸다.

<53> 이후 j번째 스테이지의 p 스테이트와 연결된 두개의 트렐리스 경로 중 하나에 대한 선택과정과 누적 왜곡 업데이트 과정은 다음 수학식 3에서와 같이 수행된다(102b 단계에서의 102b-1 단계).

<54> **【수학식 3】**  $\rho_p^j = \min(\rho_{i'}^{j-1} + d_{i',p}, \rho_{i''}^{j-1} + d_{i'',p})$

<55> 그리고, j번째 스테이지의 p 스테이트에서의  $x_j$ 에 대한 양자화값은 두개의 경로 중 이전 스테이지의  $i'$  스테이트가 결정되었을 경우 다음 수학적식 4에서와 같이 구해진다 (102b 단계에서의 102b-2 단계).

<56> **【수학적식 4】**  $\hat{x}_p^j = \hat{e}' + \mu^j \cdot \hat{x}_{i'}^{j-1}$

<57> 다음, 104 단계에서는 나머지 v 스테이지에서 각 초기 스테이트에 따라 결정된  $2^{v-k}$  ( $0 \leq k \leq v$ )개의 스테이트 중 하나를 마지막 스테이지의 스테이트가 선택되도록 하는 트렐리스 경로들만을 고려한다. 이를 위하여, 104a 단계에서는 상기 103 단계에서와 같이 결정된 N개의 생존경로 각각의 초기 스테이트 및 마지막 v 스테이지에서의  $2^{v-k}$  ( $0 \leq k \leq v$ )개의 트렐리스 경로를 결정한다(104a 단계).

<58> 104b 내지 104e 단계에서는 전체 N개의 생존경로에서 각 초기 스테이트 값에 따라 정의된  $2^{v-k}$  ( $0 \leq k \leq v$ )개의 스테이트 각각에 대하여 마지막 스테이트까지 결정된 경로에서의 입력 시퀀스와 양자화된 시퀀스간의 전체 거리가 가장 작은 값을 갖는 트렐리스 경로 정보 및 코드워드 정보를 구한다. 104b 내지 104e 단계에 있어서,  $p_{i,n}^t$ 는 생존경로 i에서 마지막 스테이트( $n=1 \dots 2^{v-k}$ )까지 결정된 경로에서의 입력 시퀀스와 양자화된 시퀀스간의 전체 거리를 나타내고,  $d_{i,n}$ 는 생존경로 i에서 마지막 스테이트( $n=1 \dots 2^{v-k}$ )까지 결정된 트렐리스 경로 상에서 입력 샘플  $x_j$ 의 양자화값과 입력 샘플간의 거리를 나타낸다.

<59> 다음, 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부(630)에 있어서 도 7에서와 같이 선택된 트렐리스 경로들 하에서 동작하는 BC-TCQ 인코딩과정을 도 9 및 도 11a 내지 11c를 참조하여 설명하기로 한다.

- <60> 시작 스테이트와 마지막 스테이트의 제약 조건은 메모리 트렐리스 부호화 양자화부(620)에서의 BC-TCQ 인코딩과정과 동일하나, 입력 샘플에 대한 프레임간 예측이 사용되지 않는다.
- <61> 먼저, 도 9의 j번째 스테이지에서의 비터비 인코딩과정을 도 11a 내지 도 11c를 통해 살펴보면, 111 단계에서는 0 스테이지의 p 스테이트에서의 전체 거리( $P_p^0$ )에 대한 초기화가 수행되고, 112 및 113 단계에서는 첫번째 스테이지부터  $L - \log_2 N$ (여기서 L은 전체 스테이지수, N은 전체 트렐리스 스테이트수) 스테이지까지 N개의 생존경로를 결정한다. 즉, 112a 단계에서는 첫번째 스테이지부터  $L - \log_2 N$  스테이지의 N개의 스테이트에 대하여 j번째 스테이지의 p 스테이트와 연결된 두개의 브랜치에 할당된 부코드북을 이용하여 양자화 왜곡( $d_{i',p}^j$ ,  $d_{i'',p}^j$ )을 다음 수학식 5 및 수학식 6에서와 같이 구하여 거리 메트릭( $d_{i',p}^j$ ,  $d_{i'',p}^j$ )에 저장한다.
- <62> 【수학식 5】  $d_{i',p}^j = \min(d(x^j, y_{i',p}^j) \mid y_{i',p}^j \in D_{i',p}^j)$
- <63> 【수학식 6】  $d_{i'',p}^j = \min(d(x^j, y_{i'',p}^j) \mid y_{i'',p}^j \in D_{i'',p}^j)$
- <64> 상기 수학식 5 및 수학식 6에 있어서,  $D_{i',p}^j$ 는 j번째 스테이지의 p 스테이트와 (j-1)번째 스테이지의 i' 스테이트 사이의 브랜치에 할당된 부코드북을,  $D_{i'',p}^j$ 는 j번째 스테이지의 p 스테이트와 (j-1)번째 스테이지의 i'' 스테이트 사이의 브랜치에 할당된 부코드북을 각각 나타낸다. 여기서  $y_{i',p}^j$ 와  $y_{i'',p}^j$ 는 각각 부코드북  $D_{i',p}^j$ 와  $D_{i'',p}^j$  내의 코드벡터를 나타낸다.

<65> 이후 j번째 스테이지의 p 스테이트와 연결된 두개의 트렐리스 경로 중 하나에 대한 선택과정과 누적 왜곡 업데이트 과정은 다음 수학적식 7에서와 같이 수행되고, 그 결과에 따라서 경로를 선택하고  $\hat{x}_p^j$ 를 업데이트시킨다(112b 단계에서의 112b-1 및 112b-2 단계).

<66> **【수학적식 7】**  $\rho_p^j = \min(\rho_{i'}^{j-1} + d_{i',p}, \rho_{i''}^{j-1} + d_{i'',p})$

<67> 다음 114 단계는 도 10c에 도시된 104 단계에서와 그 동작수준 및 작용이 동일하다.

<68> 이와 같이 본 발명에 따른 BC-TCQ 알고리즘에 따르면 TB-TCQ 알고리즘과는 달리 싱글 비터비 부호화과정으로 양자화가 가능하므로 TB-TCQ 알고리즘에서 야기되는 복잡도 문제를 회피할 수 있다.

<69> 도 12는 음성 부호화시스템에 있어서 본 발명에 따른 LSF 계수 양자화방법을 설명하는 흐름도로서, DC 성분 제거단계(121), 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화단계(122), 비메모리 트렐리스 부호화 양자화단계(123), 스위칭단계(124) 및 DC 성분 복원단계(125)로 이루어진다. 여기서, DC 성분 복원단계(125)는 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화단계(122)와 비메모리 트렐리스 부호화 양자화단계(123)에 포함시켜 구현하는 것도 가능하다.

<70> 도 12를 참조하면, 121 단계에서는 입력되는 LSF 계수 벡터( $\mathcal{f}(n)$ )로부터 LSF 계수 벡터의 DC 성분( $f_{dc}(n)$ )을 감산하여 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( $\mathcal{x}(n)$ )를 발생시킨다.



<71> 122 단계에서는 상기 121 단계에 의해 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( )를 입력받아 프레임간 및 프레임내 예측을 수행하여 예측에러벡터( $t_i(n)$ )를 생성하고, 예측에러벡터( $t_i(n)$ )를 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 및 프레임간 예측보상을 수행하여 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}(n)$ )를 생성하고, 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}(n)$ )와 상기 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( $x(n)$ )와의 유클리디안 거리( $d_{memory}$ )를 구한다.

<72> 상기 122 단계를 좀 더 세부적으로 설명하면, 122a 단계에서는 상기 121 단계에 의해 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( $x(n)$ )에 대하여 MA 예측, 예를 들면 4차 MA 프레임간 예측을 적용하여 현재 프레임(n)의 예측에러벡터( $e(n)$ )를 구한다. 상기 122a 단계는 다음 수학식 8과 같이 나타낼 수 있다.

<73> **【수학식 8】** 
$$e(n) = x(n) - \sum_{i=1}^4 \hat{e}(n-i)$$

<74> 상기 수학식 8에 있어서,  $\hat{e}(n-i)$ 는 BC-TCQ 알고리즘에 의해 양자화된 다음, 프레임내 예측보상이 수행된 이전 프레임(n-i, 여기서 i는 1~4)의 예측에러벡터를 나타낸다.

<75> 122b 단계에서는 상기 122a 단계에서 얻어진 현재 프레임의 예측에러벡터( $e(n)$ )에서 i차 요소값( $e_i(n)$ )에 대하여 AR 예측, 예를 들면 1차 AR 프레임내 예측을 적용하여 i차 요소값의 예측에러벡터( $t_i(n)$ )를 구한다. 상기 AR 예측은 다음 수학식 9와 같이 나타낼 수 있다.

<76> **【수학식 9】** 
$$t_i(n) = e_i(n) - \rho_i \cdot \hat{e}_{i-1}(n)$$

<77> 상기 수학식 9에 있어서,  $\rho_i$ 는  $i$ 차 요소값의 예측인자,  $\hat{e}_{i-1}(n)$ 는 BC-TCQ 알고리즘에 의해 양자화된 다음, 프레임내 예측보상이 수행된  $(i-1)$ 차 요소값을 각각 나타낸다.

<78> 다음, 상기 수학식 9에 의해 얻어지는  $i$ 차 요소값의 예측에러벡터( $t_i(n)$ )를 BC-TCQ 알고리즘으로 양자화를 수행하여  $i$ 차 요소값의 양자화된 예측에러벡터( $\hat{t}_i(n)$ )를 구하고,  $i$ 차 요소값의 양자화된 예측에러벡터( $\hat{t}_i(n)$ )에 대하여 프레임내 예측보상을 수행하여  $i$ 차 요소값의 LSF 계수벡터( $\hat{e}_i(n)$ )를 구한다. 각 차수의 요소값의 LSF 계수벡터는 현재 프레임의 양자화된 프레임간 예측에러벡터( $\hat{e}(n)$ )를 구성한다. 상기 프레임내 예측보상은 다음 수학식 10과 같이 나타낼 수 있다.

<79> **【수학식 10】** 
$$\hat{e}_i(n) = \hat{t}_i(n) + \rho_i \cdot \hat{e}_{i-1}(n)$$

<80> 122c 단계에서는 상기 122b 단계에서 얻어지는 현재 프레임의 양자화된 프레임간 예측에러벡터( $\hat{e}(n)$ )에 대하여 프레임간 예측보상을 수행하여 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}(n)$ )를 구한다. 상기 122c 단계는 다음 수학식 11과 같이 나타낼 수 있다.

<81> **【수학식 11】** 
$$\hat{x}(n) = \hat{e}(n) + \sum_{i=1}^4 \hat{e}(n-i)$$

<82> 122d 단계에서는 상기 122c 단계에서 얻어진 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}(n)$ )와 상기 122a 단계에서 입력된 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( $x(n)$ )와의 유클리디안 거리( $d_{\text{mean}} = d(x, \hat{x})$ )를 구한다.

<83> 123 단계에서는 상기 121 단계에 의해 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( $x(n)$ )를 입력받아 프레임내 예측을 수행하여 예측에러벡터( $t_i(n)$ )를 생성하고, 예측에러벡터( $t_i(n)$ )를 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 예측보상을

수행하여 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}(n)$ )를 생성하고, 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}(n)$ )와 상기 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( $x(n)$ )와의 유클리디안 거리( $d_{memoryless}$ )를 구한다.

<84>       상기 123 단계를 좀 더 세부적으로 설명하면, 123a 단계에서는 상기 121 단계에 의해 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( $x(n)$ ) 중  $i$ 차 요소값의 LSF 계수벡터( $x_i(n)$ )에 대하여 AR 예측, 예를 들면 1차 AR 프레임내 예측을 적용하여 프레임내 예측에러벡터( $t_i(n)$ )를 구한다. 상기 AR 예측은 다음 수학적 식 12와 같이 나타낼 수 있다.

<85>       【수학적 식 12】 
$$t_i(n) = x_i(n) - \rho_i \cdot \hat{x}_{i-1}(n)$$

<86>       상기 수학적 식 12에 있어서,  $\rho_i$ 는  $i$ 차 요소값의 예측인자,  $\hat{x}_{i-1}(n)$ 는 BC-TCQ 알고리즘에 의해 양자화된 다음, 프레임내 예측보상이 수행된  $(i-1)$ 차 요소값의 프레임내 예측에러벡터를 각각 나타낸다.

<87>       다음, 상기 수학적 식 12에 의해 얻어지는  $i$ 차 요소값의 프레임내 예측에러벡터( $t_i(n)$ )에 대하여 BC-TCQ 알고리즘에 의해 양자화를 수행하여  $i$ 차 요소값의 양자화된 프레임내 예측에러벡터( $\hat{t}_i(n)$ )를 구하고,  $i$ 차 요소값의 양자화된 프레임내 예측에러벡터( $\hat{t}_i(n)$ )에 대하여 프레임내 예측보상을 수행하여  $i$ 차 요소값의 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}_i(n)$ )를 구한다. 각 차수의 요소값의 양자화된 LSF 계수벡터는 현재 프레임의 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}(n)$ )를 구성한다. 상기 프레임내 예측보상은 다음 수학적 식 13과 같이 나타낼 수 있다.

<88>       【수학적 식 13】 
$$\hat{x}_i(n) = \hat{t}_i(n) + \rho_i \cdot \hat{x}_{i-1}(n)$$

- <89> 123b 단계에서는 상기 123a 단계에서 얻어지는 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}(n)$ )와 상기 123a 단계에서 입력된 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터( $x(n)$ )와의 유클리디안 거리( $d_{memory} = d(x, \hat{x})$ )를 구한다.
- <90> 124 단계에서는 상기 122d 단계 및 상기 123b 단계에서 각각 구해진 유클리디안 거리( $d_{memory}$ ,  $d_{memoryless}$ )를 비교하여, 그 중 작은 값의 유클리디안 거리가 얻어지는 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}(n)$ )를 선택한다.
- <91> 125 단계에서는 상기 124 단계에서 선택된 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{x}(n)$ )에 LSF 계수벡터의 DC 성분( $f_{dc}(n)$ )을 가산하여 최종 양자화된 LSF 계수벡터( $\hat{f}(n)$ )를 구한다.
- <92> 한편, 상기한 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플라피디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.
- <93> 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있다.
- <94> <실험예>

<95> TB-TCQ 알고리즘과 본 발명에서 제안한 BC-TCQ 알고리즘의 성능비교를 위하여, 비메모리 가우시안 소스(평균 0, 분산 1)에 대한 양자화 신호 대 잡음비 성능을 평가하였다. 다음 표 1은 블럭길이에 대한 SNR 성능값을 비교한 것이다. 성능비교 실험에 사용된 트렐리스 구조는 16-스테이트, 이중 출력 레벨을 가지는 구조이며, 각 샘플당 2 비트를 할당하였다.

<96> 【표 1】

블럭길이	TB-TCQ (dB)	BC-TCQ (dB)
16	10.53	10.47
32	10.70	10.68
64	10.74	10.76
128	10.74	10.82

<97> 표 1을 참조하면, 블럭길이가 16 및 32인 소스에 대해서는 본 발명에 의한 TB-TCQ 알고리즘의 양자화 신호 대 잡음비 성능이 더 양호하고, 블럭길이가 64 및 128인 소스에 대해서는 BC-TCQ 알고리즘이 더 양호함을 알 수 있다.

<98> 다음 표 2는 상기 표 1에서 블럭길이가 16인 소스에 대한 TB-TCQ 알고리즘과 본 발명에서 제안한 BC-TCQ 알고리즘의 복잡도를 비교한 것이다.

<99> 【표 2】

연산	TB-TCQ	BC-TCQ	비 고
가산	5184	696	86.57 % 감소
승산	64	64	-
비교	2303	223	90.32 % 감소

<100> 표 2를 참조하면, 가산연산과 비교연산에서 본 발명에 의한 BC-TCQ 알고리즘의 복잡도가 TB-TCQ 알고리즘에 비하여 훨씬 감소하였음을 알 수 있다.

<101> 한편, 16-스테이트 트렐리스 구조에서 가질 수 있는 초기 스테이트는  $2k$  ( $0 \leq k \leq v$ ) 로서, 다음 표 3은  $k=0,1,\dots,4$  인 경우에 대한 BC-TCQ의 비메모리 라플라시안 신호에 대한 양자화성능을 비교한 것이다. 성능 비교 실험에 사용된 트렐리스는 4배의 출력 레벨을 가지며, 각 샘플당 3 비트를 할당하였다.

<102> 【표 3】

차 수, $k$	블록길이, $L$			
	$L = 8$	$L = 16$	$L = 32$	$L = 64$
$k = 0$	13.6287	14.4819	15.1030	15.5636
$k = 1$	14.7567	15.2100	15.5808	15.8499
$k = 2$	14.9591	15.4942	15.7731	15.9887
$k = 3$	13.4285	14.5864	15.3346	15.7704
$k = 4$	11.6558	13.2499	14.4951	15.2912

<103> 표 3을 참조하면,  $k=2$  인 경우 BC-TCQ 알고리즘은 가장 우수한 성능을 나타냄을 알 수 있다.  $k=2$  인 경우 BC-TCQ 알고리즘의 초기 스테이트는 전체 16개의 스테이트 중 4개 스테이트를 할당하였다. 다음 표 4는  $k=2$  인 경우의 BC-TCQ 알고리즘의 초기 스테이트 및 마지막 스테이트 정보를 나타낸 것이다.

<104> 【표 4】

초기 스테이트	마지막 스테이트
0	0, 1, 2, 3
4	4, 5, 6, 7
8	8, 9, 10, 11
12	12, 13, 14, 15

<105> 다음, 본 발명의 성능 평가를 위하여 NTT사에서 제공하는 광대역용 음성샘플을 이용하였으며, 음성샘플은 총 13 분 분량이며, 한국어 남성, 여성, 그리고 영어 남성, 여성 음성으로 구성되어 있다. 3GPP의 AMR\_WB 음성 부호화기에서 사용된 LSF 양자화기 S-MSVQ와의 성능 비교를 위하여 LSF 양자화기 이전의 전처리 과정은 AMR\_WB 음성 부호화

기와 동일하게 적용하였으며, 이때 SD(Spectral Distortion) 성능, 계산량 및 메모리 요구량 비교는 다음 표 5 및 표 6에 도시된 바와 같다.

<106> 【표 5】

		AMR_WB S-MSVQ	본 발명
SD	평균 SD (dB)	0.7933	0.6979
	2 ~ 4 dB (%)	0.4099	0.1660
	> 4 dB (%)	0.0026	0

<107> 【표 6】

		AMR_WB	본 발명	비고
계산량	가산연산	15624	3784	76% 감소
	승산연산	8832	2968	66% 감소
	비교연산	3570	2335	35% 감소
메모리 요구량		5280	1056	80% 감소

<108> 상기 표 5 및 표 6을 살펴보면, SD 성능에 있어서 본 발명이 AMR\_WB S-MSVQ(Split and Multi-Stage Vector Quantization)에 비하여 평균 SD가 0.0954 dB, 2 dB ~ 4dB 사이의 원외 양자화영역(outlier)의 수는 0.2439 % 감소하였으며, 코드북 탐색에 요구되는 가산연산, 승산연산, 및 비교연산에 요구되는 계산량이 대폭 감소되었으며, 이에 따라 메모리 요구량 역시 대폭 감소되었음을 알 수 있다.

#### 【발명의 효과】

<109> 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 입력되는 LSF 계수벡터에 대한 프레임간 및 프레임내 예측에 의해 얻어진 제1 예측에러벡터 및 프레임내 예측에 얻어진 제2 예측에러벡터를 BC-TCQ 알고리즘에 의해 양자화함으로써, 양자화시 요구되는 메모리 사이즈와 코드북 탐색과정에서의 계산량을 대폭 감소시킬 수 있다.

- <110> 또한, 프레임 단위로 분석되는 데이터를 트렐리스 부호화 양자화 알고리즘을 이용하여 전송하는 경우 요구되는 초기 스테이트에 대한 추가 전송비트가 불필요할 뿐 아니라 복잡도를 대폭 감소시킬 수 있다.
- <111> 또한, 예측기를 사용함으로써 발생할 수 있는 오류 전파를 안전망(safety-net)을 도입하여 막음으로써 원외(outlier) 양자화영역을 줄이고 전체적인 계산량과 메모리 요구량을 감소시키는 동시에 향상된 SD 성능을 제공할 수 있다.
- <112> 이상 도면과 명세서에서 최적 실시예들이 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.



## 【특허청구범위】

## 【청구항 1】

(a) 전체  $N(=2^v)$  , 여기서  $v$  는 샘플당 할당비트수)개의 스테이트를 갖는 트렐리스 구조에서 선택가능한 트렐리스 경로의 초기 스테이트를 전체  $N$ 개의 스테이트 중  $2^k$ (여기서,  $0 \leq k \leq v$  ) 개로 제약하고, 마지막 스테이지의 스테이트를 트렐리스 경로의 초기 스테이트에 따라 전체  $N$ 개의 스테이트 중  $2^{v-k}$  개로 제약하는 단계;

(b) 첫번째 스테이지부터  $L - \log_2 N$ (여기서,  $L$ 은 전체 스테이지수,  $N$ 은 전체 트렐리스 스테이트수) 스테이지까지, 상기 (a) 단계에 의한 초기 스테이트 제약조건 하에서 결정된  $N$ 개의 생존경로들의 초기 스테이트를 참고한 후, 나머지  $v$  스테이지에서는 상기 (a) 단계에 의한 마지막 스테이지의 스테이트 제약조건 하에서 각 초기 스테이트에 따라 결정된  $2^{v-k}$ 개의 스테이트 중 하나를 마지막 스테이지의 스테이트가 선택되도록 하는 트렐리스 경로들을 고려하는 단계; 및

(c) 상기 (b) 단계에 의해 고려된 트렐리스 경로들 중 최적의 트렐리스 경로를 구하여 전송하는 단계를 포함하는 블럭제한된 트렐리스 부호화 양자화방법.

## 【청구항 2】

(a) 입력되는 LSF 계수 벡터로부터 LSF 계수벡터의 DC 성분을 제거하는 단계;

(b) 상기 (a) 단계에 의해 DC 성분이 제거된 LSF 계수벡터에 대하여 프레임간 및 프레임내 예측을 수행하여 제1 예측에러벡터를 생성하고, 상기 제1 예측에러벡터를 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 및 프레임간 예측보상을 수행하여 양자화된 제1 LSF 계수벡터를 생성하는 단계;

(c) 상기 (a) 단계에 의해 DC 성분이 제거된 LSF 계수벡터에 대하여 프레임내 예측을 수행하여 제2 예측에러벡터를 생성하고, 상기 제2 예측에러벡터를 상기 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 예측보상을 수행하여 양자화된 제2 LSF 계수벡터를 생성하는 단계; 및

(d) 상기 (b) 및 (c) 단계에 의해 생성된 양자화된 제1 및 제2 LSF 계수벡터중 상기 입력 LSF 계수벡터와의 유클리디안 거리가 적은 벡터를 선택적으로 출력하는 단계를 포함하는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화방법.

### 【청구항 3】

제2 항에 있어서, 상기 방법은

(e) 상기 (d) 단계에서 선택적으로 출력되는 양자화된 LSF 계수벡터에 상기 LSF 계수벡터의 DC 성분을 더하여 최종 양자화된 LSF 계수벡터를 얻는 단계를 더 포함하는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화방법.

### 【청구항 4】

제2 항에 있어서, 상기 (b) 단계에서 상기 프레임간 예측은 MA 필터링에 의해, 상기 프레임내 예측은 AR 필터링에 의해 수행되는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화방법.

### 【청구항 5】

제2 항에 있어서, 상기 (c) 단계에서 상기 프레임내 예측은 AR 필터링에 의해 수행되는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화방법.

## 【청구항 6】

제2 항에 있어서, 상기 BC-TCQ 알고리즘은  $N(=2^v)$  , 여기서  $v$  는 샘플당 할당비트수) 스테이트 트렐리스 구조에서 선택가능한 트렐리스 경로의 초기 스테이트를 전체  $N$ 개의 스테이트 중  $2^k$ (여기서,  $0 \leq k \leq v$  )개로 제약하고, 마지막 스테이지의 스테이트를 트렐리스 경로의 초기 스테이트에 따라 전체  $N$ 개의 스테이트 중  $2^{v-k}$ (여기서,  $0 \leq k \leq v$  )개로 제약하는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화방법.

## 【청구항 7】

제6 항에 있어서, 상기 BC-TCQ 알고리즘은 첫번째 스테이지부터  $L - \log_2 N$ (여기서,  $L$  은 전체 스테이지수,  $N$ 은 전체 트렐리스 스테이트수) 스테이지까지, 상기 초기 스테이트 제약조건 하에서 결정된  $N$ 개의 생존경로들의 초기 스테이트를 참고한 후, 나머지  $v$  스테이지에서는 상기 마지막 스테이지의 스테이트 제약조건 하에서 각 초기 스테이트에 따라 결정된  $2^{v-k}$ 개의 스테이트 중 하나를 마지막 스테이지의 스테이트가 선택되도록 하는 트렐리스 경로들을 고려하고, 고려된 트렐리스 경로들 중 최적의 트렐리스 경로를 구하여 전송하는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화방법.

## 【청구항 8】

입력되는 LSF 계수 벡터로부터 LSF 계수벡터의 DC 성분을 감산하여 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터를 제공하는 제1 감산기;

상기 제1 감산기로부터 제공되는 DC 성분이 제거된 LSF 계수벡터에 대하여 프레임 간 및 프레임내 예측을 수행하여 제1 예측에러벡터를 생성하고, 상기 제1 예측에러벡터

를 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 및 프레임간 예측보상을 수행하여 양자화된 제1 LSF 계수벡터를 생성하는 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화부;

상기 제1 감산기로부터 제공되는 DC 성분이 제거된 LSF 계수벡터에 대하여 프레임내 예측을 수행하여 제2 예측에러벡터를 생성하고, 상기 제2 예측에러벡터를 상기 BC-TCQ 알고리즘을 이용하여 양자화한 다음 프레임내 예측보상을 수행하여 양자화된 제2 LSF 계수벡터를 생성하는 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부; 및

상기 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화부 및 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화부로부터 제공되는 양자화된 제1 및 제2 LSF 계수벡터중 상기 입력 LSF 계수벡터와의 유클리디안 거리가 적은 벡터를 선택적으로 출력하는 스위칭부를 포함하는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화장치.

#### 【청구항 9】

제8 항에 있어서, 상기 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화부는

양자화 및 프레임내 예측보상된 이전 프레임들의 예측에러벡터의 합으로부터 얻어지는 MA 필터링에 의한 예측값을 발생시키는 제1 예측기;

상기 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터로부터 상기 제1 예측기에서 제공되는 예측값을 감산하여 현재 프레임의 예측에러벡터를 구하는 제2 감산기;

i 차 요소값의 예측인자와 상기 BC-TCQ 알고리즘에 의해 양자화된 다음 프레임내 예측보상이 수행된 (i-1)차 요소값의 곱으로부터 얻어지는 AR 필터링에 의한 예측값을 발생시키는 제2 예측기;

상기 제2 감산기로부터 제공되는 현재 프레임의 예측에러벡터의  $i$ 차 요소값으로부터 상기 제2 예측기에서 제공되는 예측값을 감산하여  $i$ 차 요소값의 예측에러벡터를 구하는 제3 감산기;

상기 제3 감산기에서 제공되는  $i$ 차 요소값의 예측에러벡터를 상기 BC-TCQ 알고리즘에 의해 양자화를 수행하여  $i$ 차 요소값의 양자화된 예측에러벡터를 구하는 제1 BC-TCQ; 및

상기 제1 BC-TCQ(626)에서 제공되는  $i$ 차 요소값의 양자화된 예측에러벡터에 상기 제2 예측기의 예측값을 가산하고, 그 가산결과에 대하여 상기 제1 예측기의 예측값을 가산하여 프레임내 및 프레임간 예측보상을 수행하는 제1 예측보상부를 구비하는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화장치.

#### 【청구항 10】

제8 항에 있어서, 상기 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부는

$i$  차 요소값의 예측인자와 상기 BC-TCQ 알고리즘에 의해 양자화된 다음 프레임내 예측보상이 수행된  $(i-1)$ 차 요소값의 프레임내 예측에러벡터의 곱으로부터 얻어지는 AR 필터링에 의한 예측값을 발생시키는 제3 예측기;

상기 제1 감산기로부터 제공되는 DC 성분이 제거된 LSF 계수 벡터의  $i$ 차 요소값의 LSF 계수벡터로부터 상기 제3 예측기에서 제공되는 예측값을 감산하여  $i$ 차 요소값의 예측에러벡터를 구하는 제4 감산기;

상기 제4 감산기에서 제공되는  $i$ 차 요소값의 예측에러벡터를 상기 BC-TCQ 알고리즘에 의해 양자화를 수행하여  $i$ 차 요소값의 양자화된 예측에러벡터를 구하는 제2 BC-TCQ; 및

상기 제2 BC-TCQ에서 제공되는  $i$ 차 요소값의 양자화된 예측에러벡터에 상기 제3 예측기의 예측값을 가산하여  $i$ 차 요소값의 양자화된 예측에러벡터에 대하여 프레임내 예측보상을 수행하는 제2 예측보상부를 구비하는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화장치.

#### 【청구항 11】

제8 항에 있어서, 상기 장치는

상기 스위칭부에서 선택적으로 출력되는 양자화된 LSF 계수벡터에 상기 LSF 계수벡터의 DC 성분을 더하여 최종 양자화된 LSF 계수벡터를 얻는 가산기를 더 포함하는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화장치.

#### 【청구항 12】

제9 항에 있어서, 상기 메모리기반 트렐리스 부호화 양자화부는

상기 제1 예측보상부에서 선택적으로 출력되는 양자화된 LSF 계수벡터에 상기 LSF 계수벡터의 DC 성분을 더하여 상기 양자화된 제1 LSF 계수벡터를 얻는 가산기를 더 포함하는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화장치.

#### 【청구항 13】

제10 항에 있어서, 상기 비메모리 트렐리스 부호화 양자화부는

상기 제2 예측보상부에서 선택적으로 출력되는 양자화된 LSF 계수벡터에 상기 LSF 계수벡터의 DC 성분을 더하여 상기 양자화된 제2 LSF 계수벡터를 얻는 가산기를 더 포함하는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화장치.

#### 【청구항 14】

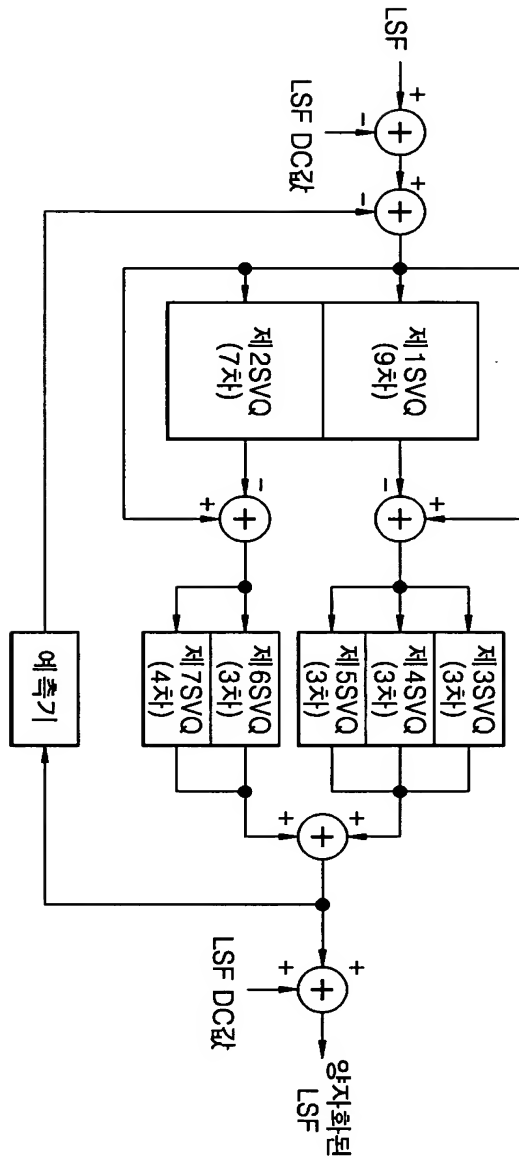
제8 항에 있어서, 상기 BC-TCQ 알고리즘은  $N(=2^v)$  , 여기서  $v$  는 샘플당 할당비트수) 스테이트 트렐리스 구조에서 선택가능한 트렐리스 경로의 초기 스테이트를 전체  $N$ 개의 스테이트 중  $2^k$ (여기서,  $0 \leq k \leq v$  )개로 제약하고, 마지막 스테이지의 스테이트를 트렐리스 경로의 초기 스테이트에 따라 전체  $N$ 개의 스테이트 중  $2^{v-k}$ (여기서,  $0 \leq k \leq v$  )개로 제약하는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화장치.

#### 【청구항 15】

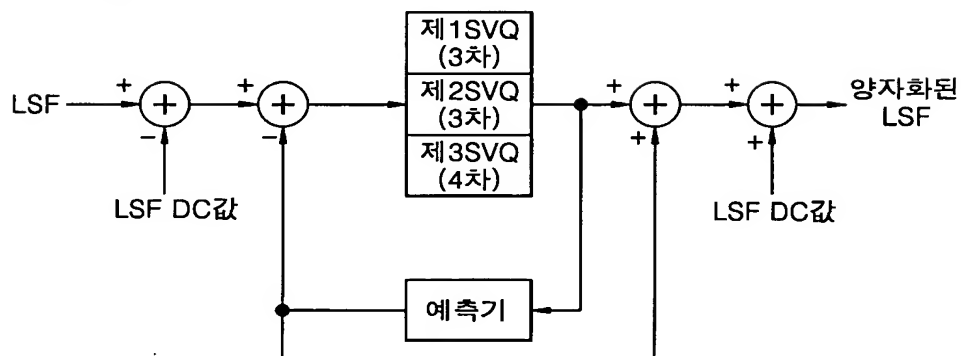
제14 항에 있어서, 상기 BC-TCQ 알고리즘은 첫번째 스테이지부터  $L - \log_2 N$ (여기서,  $L$ 은 전체 스테이지수,  $N$ 은 전체 트렐리스 스테이트수) 스테이지까지, 상기 초기 스테이트 제약조건 하에서 결정된  $N$ 개의 생존경로들의 초기 스테이트를 참고한 후, 나머지  $v$  스테이지에서는 상기 마지막 스테이지의 스테이트 제약조건 하에서 각 초기 스테이트에 따라 결정된  $2^{v-k}$ 개의 스테이트 중 하나를 마지막 스테이지의 스테이트가 선택되도록 하는 트렐리스 경로들을 고려하고, 고려된 트렐리스 경로들 중 최적의 트렐리스 경로를 구하여 전송하는 음성 부호화시스템에 있어서 라인스펙트럼주파수 계수 양자화장치.

## 【도면】

【도 1a】

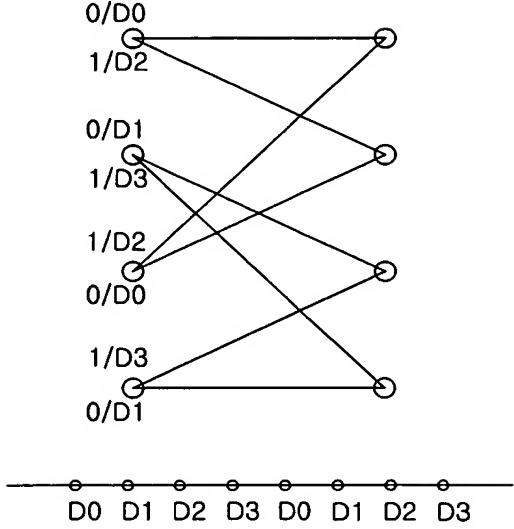


【도 1b】

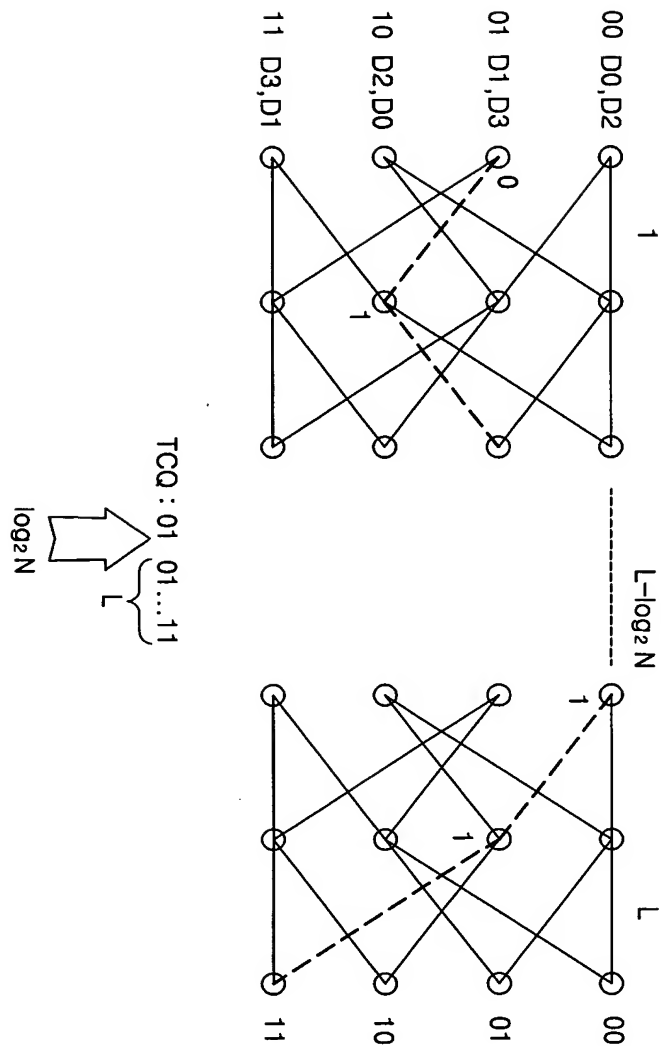




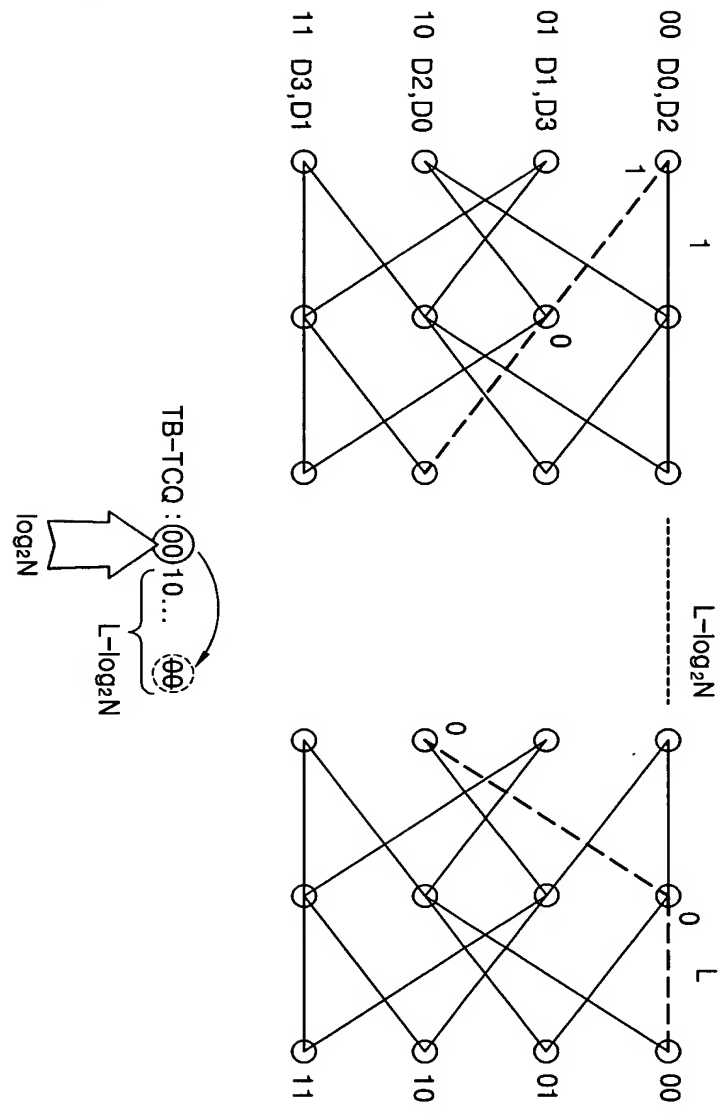
【도 2】



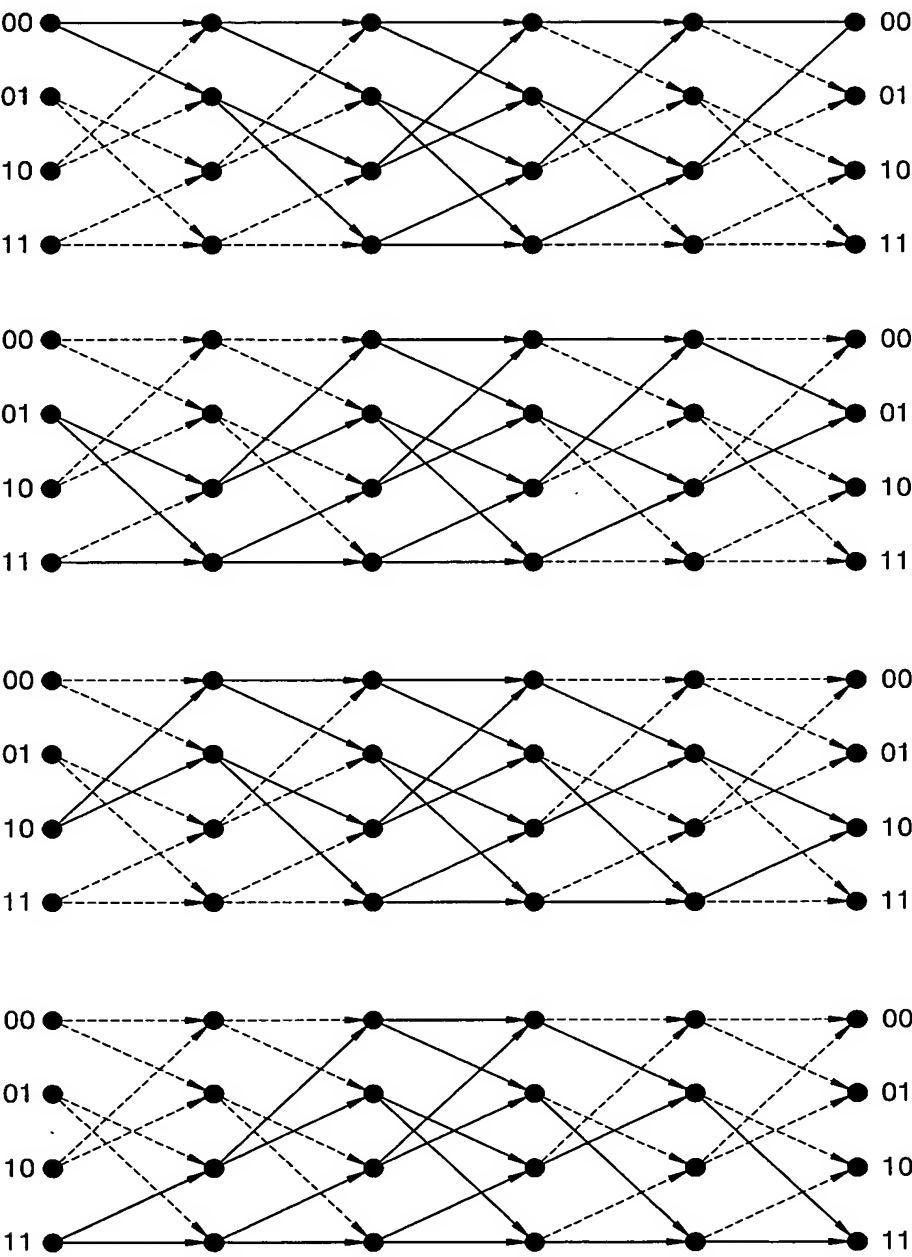
【도 3】



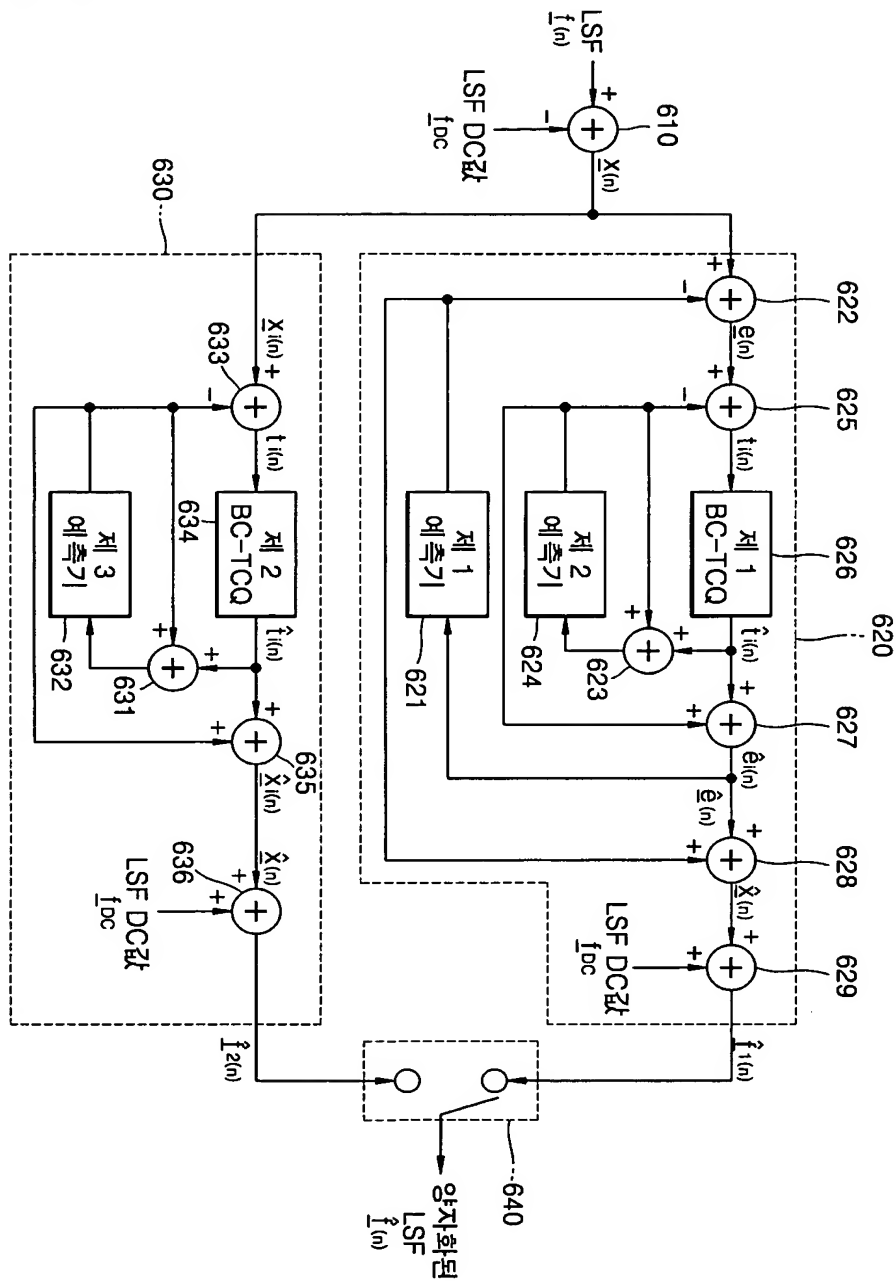
【도 4】



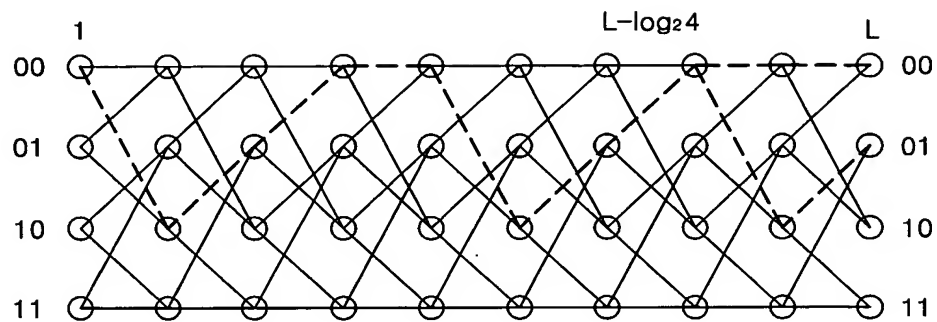
【도 5】



【도 6】

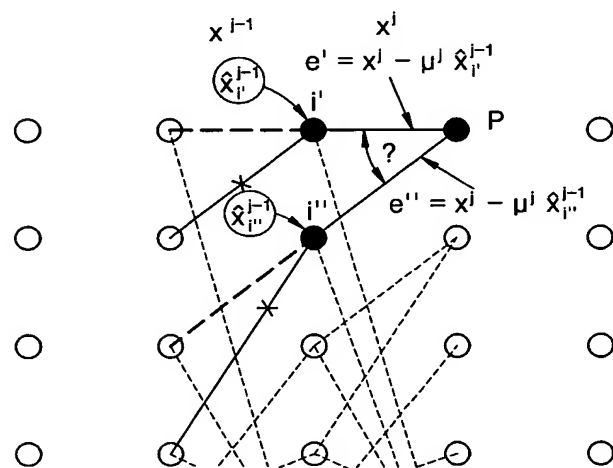


【도 7】



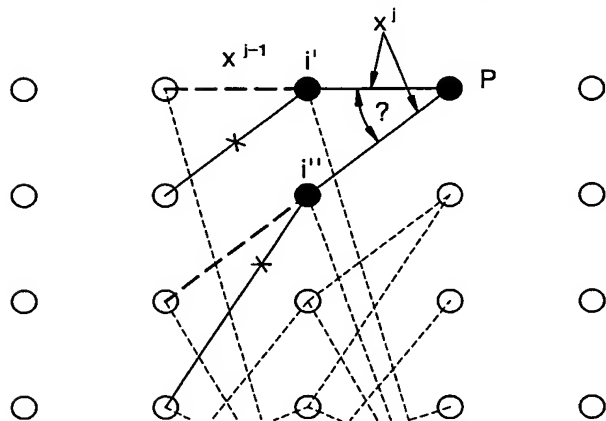
【도 8】

$$\underline{X} = \{x^1, x^2, \dots, x^{I-1}, x^I, \dots, x^L\}$$

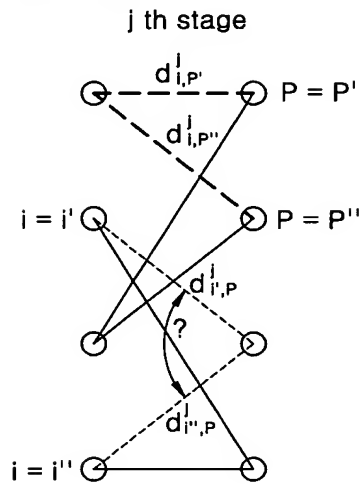


【도 9】

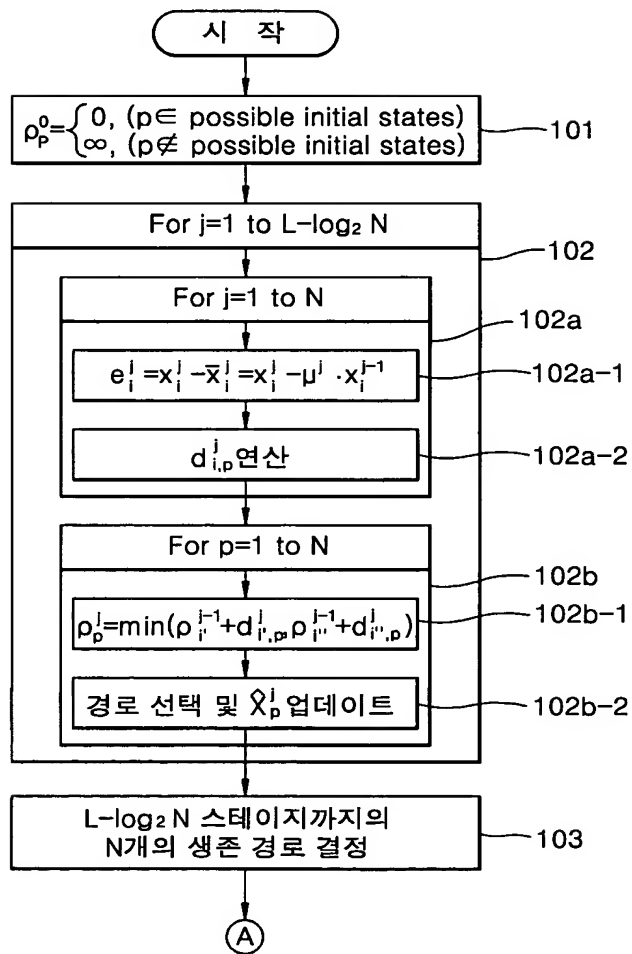
$$\underline{X} = \{x^1, x^2, \dots, x^{I-1}, x^I, \dots, x^L\}$$



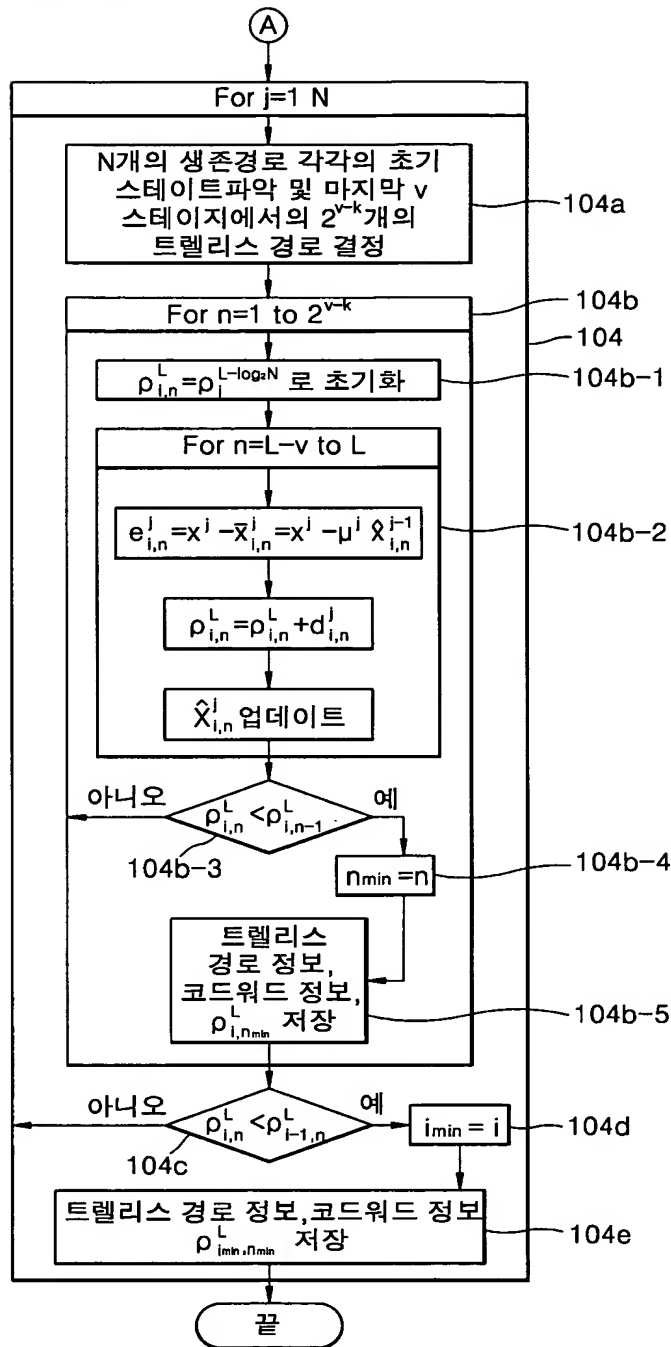
【도 10a】



【도 10b】

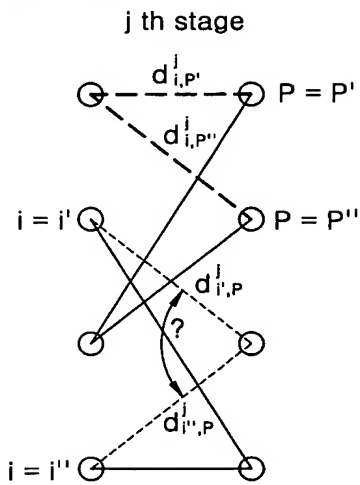


【도 10c】

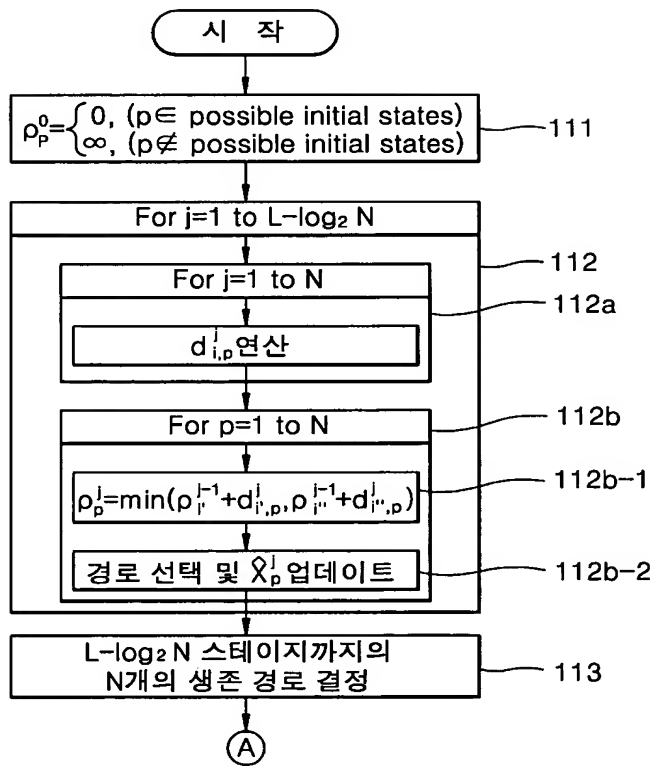




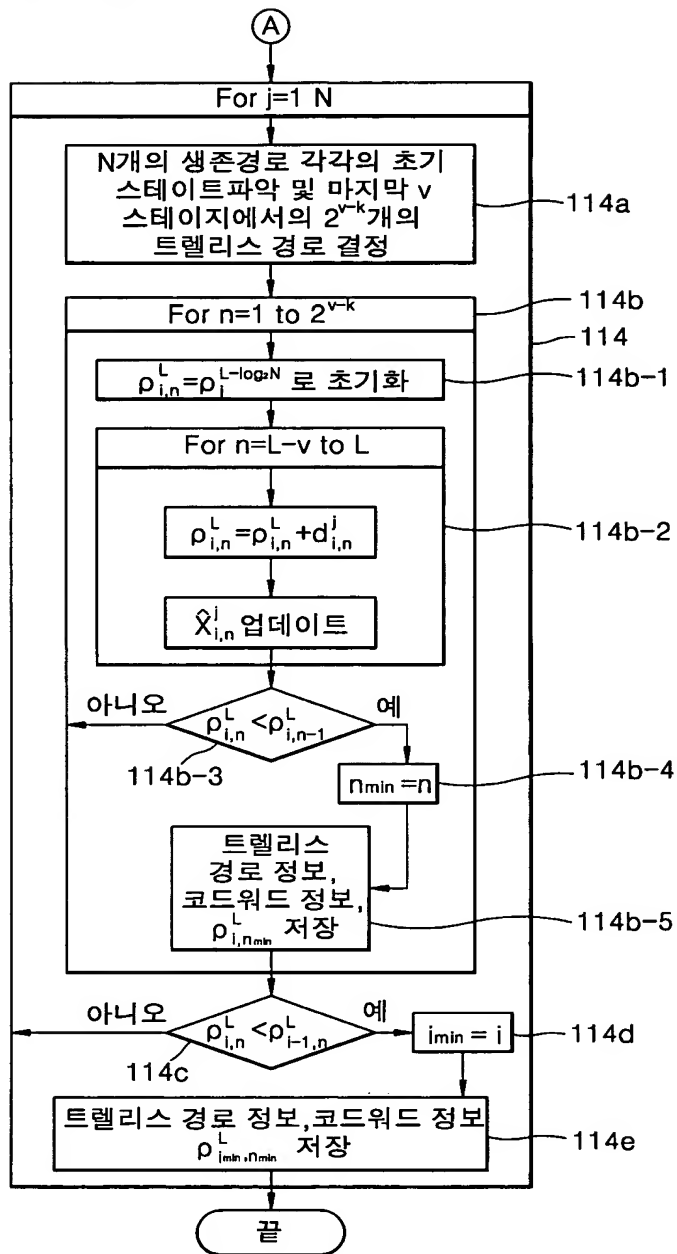
【도 11a】



【도 11b】



【도 11c】



【도 12】

